T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİ

KONTROL SİSTEMİNİN KURULUMU

522EE0368

Ankara, 2012

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.

- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.

- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR ii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 3
1. GÜNEŞ PANELİ KONTROL PANOSU 3
1.1. Pano Elemanları 3
1.2. Pano Bağlantı Elemanları 5
1.3. Pano Montaj Elemanları 8
UYGULAMA FAALİYETİ 10
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 12
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 13
2. PANEL BESLEME KABLOLAMASI 13
2.1. Besleme Kabloları 13
2.2. Besleme Kablo Aparatları 14
UYGULAMA FAALİYETİ 17
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 19
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 20
3. AKÜLERİN YAPISI VE SİSTEMİN KURULMASI 20
3.1. Akülerin Yapısı ve Çeşitleri 20
3.2. Güneş Panelleri için Akü Hesabı 27
3.3. Akülerin Gruplanması ve Bağlantılarının Yapılması 29
UYGULAMA FAALİYETİ 31
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 33
MODÜL DEĞERLENDİRME 35
CEVAP ANAHTARLARI 36
KAYNAKÇA 38

AÇIKLAMALAR

KOD	**522EE0368**
ALAN	**Yenilenebilir Enerji Teknolojileri**
DAL/MESLEK	**Ortak Alan**
MODÜLÜN ADI	**Kontrol Sisteminin Kurulumu**
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül, güneş paneli kontrol sisteminin kurulması ile ilgili bilgilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	Güneş panellerinin kontrol sisteminin kurulmasını yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel amaç** Kumanda panosunun montajını, kablo bağlantısını ve akü sisteminin kurulumunu yapabileceksiniz. **Amaçlar** 1. Güneş sehpası üzerinde belirlenmiş yere kumanda panosunun montajını yapabileceksiniz. 2. Uygun ekipman kullanarak kumanda panosu kablo bağlantısını yapabileceksiniz. 3. Akü sisteminin kurulumunu yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam**: Yenilenebilir enerji sistemleri atölyesi **Donanım**: Merdiven, matkap, el breyzi, pusula, su terazisi, el aletleri, açıölçer, kablo pensi, pense, yan keski, kablo konnektörü, koruyucu eldiven ve gözlük
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modül ile Yenilenebilir Enerji Teknolojileri alanında mesleğiniz ile ilgili konulardan biri olan güneş paneli kontrol sisteminin kurulmasını öğreneceksiniz.

Bu modülü aldığınızda güneş paneli kontrol panosu, panel besleme kablolaması, akülerin yapısı ve sistemin kurulmasını öğreneceksiniz.

İşletmelere staj için gittiğinizde kontrol sisteminin kurulmasının ne kadar önemli olduğunu göreceksiniz.

Bu modülü başarıyla tamamladığınızda mesleki yeterliliğinizi daha da artırarak sektörün istediği vasıflarda bir eleman olacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli ortam ve ekipman sağlandığında güneş paneli kontrol sistemi panosunu hazırlayıp montajını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Elektrik panoları hakkında bilgi toplayınız.
- Pano bağlantı elemanlarını araştırınız.

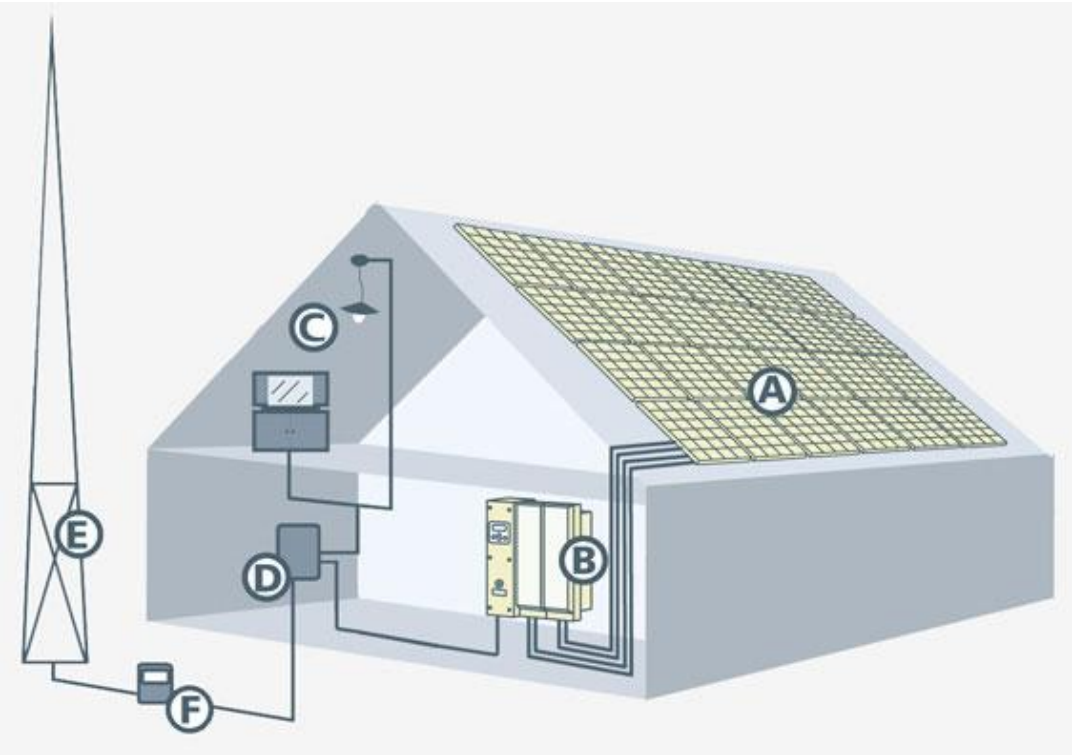
1. GÜNEŞ PANELİ KONTROL PANOSU

1.1. Pano Elemanları

Güneşten enerji elde etmek için ihtiyaç duyulan güce eş değer güneş paneli, güneş panellerinden elde edilen enerjiyi depolamak için aküler, akülerin şarj olmasını kontrol etmek için şarj kontrolerler, akülerden alınan enerji çıkışını ev aletlerimizde kullanılacak seviyeye getiren inverterler kullanmak gereklidir. Güneş panel sisteminin panosunda bulunması gereken temel elemanlar şarj regülatörü ve invertördür(Resim 1.1, Resim 1.2).

Güneş panellerinden alınan doğru akım, şarj regületörü sayesinde akülerin aşırı şarj olmasını önleyerek akülerin zarar görmesini ve bunun sonucunda da akülerin performansının ve kullanım ömrünün azalmasını önleyecektir. Güneşli bir günde güneş panelleri daha fazla gerilim üretecektir. Gerilimdeki bu aşırı artış akülere zarar verebilmektedir. Şarj regülatörü akülerdeki şarj düzeyini kontrol eder ve herhangi bir aşım durumunda şarjı düzenleyerek bataryaların zarar görmesini engeller.

İnvertör (evirici) ise güneş enerji sisteminin en önemli parçalarından biridir. Güneş panellerinden elde edilen 12 volt DC gerilimi 220 volt AC gerilime dönüştürür (Resim 1.2).



A. Panel **B**.Şarj regülatörü ve İnvertör panosu **C**. Elektrikli alıcılar **D**. Ev sigorta paneli **E**. Şebeke **F**. Elektrik Sayacı

Resim 1.1: Güneş paneli sisteminde şarj regülatörü ve invertör panosu (B)

Resim 1.2: Şarj regülatörü ve invertör

Güneş panel sisteminin panosunda bulunması gereken pano elemanları temel olarak şarj regülatörü ve invertördür. Bunların yanı sıra bağlantı elemanları, kablo kanalları, taşıyıcı raylar ve klemensler de panoda kullanılan elemanlardır.

1.2. Pano Bağlantı Elemanları

Pano bağlantı elemanları; vidalar, cıvatalar, sac vidalar, somunlar, pullar (rondela), kelepçeler, segmanlar ve kupilyalardan oluşur.

- **Vidalar:** Üzerine sağ veya sol yiv (diş) açılmış silindir veya konik parçalara vida denir. Diger bir ifade ile üzerine diş açılmış burmalı çividir. Endüstrinin vazgeçilmez bir elemanıdır. Metal olarak yapıldığı gibi artık günümüzde plastik çeşitleri de kullanılmaktadır. Vidalar, dişlerine açılan yiv çeşitlerine göre birden fazla şekilde imal edilir (Resim 1.3).

Resim 1.3: Vida çeşitleri

- **Cıvatalar:** Birbirine bağlanmak istenen ağaç veya metal parçalar üzerinde hazırlanmış olan deliğe yerleştirilerek somunu sıkmak suretiyle bağlamayı sağlayan tespit ve ekleme parçasıdır. Bir diğer tanımla vidaya baş eklenince oluşan makine elemanına cıvata denir (Resim 1.4).

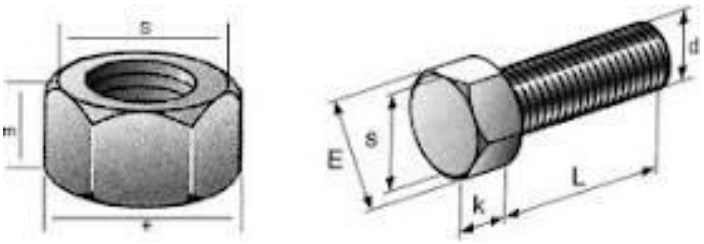
Resim 1.4: Cıvatalar

- **Sac vidalar:** Cıvatanın diş açılmış kısmına vida denir ama günlük yaşantımızda (pratikte) kullanıldığı yerlere göre vidalar kendi başına da değişik isimler almaktadır. Bu nedenle sac işlerinde kullanılan çeşitlerine sac vidaları denildiği gibi ağaç işlerinde kulanılan çeşidine de ağaç vidası denilmiştir (Resim 1.5).

Önceden matkapla delinmiş iki sac parçasını birleştirmeye en uygun vida çeşidine sac vida denir. Bu vidaları kullanmak için önceden matkap ile delik açmak şartı vardır. Bu nedenle günümüzde artık yerini matkap uçlu vidalara bırakmaktadır. Matkap uçlu vidaları kullanırken sac parçasını delmeye gerek yoktur. Vidanın ucu matkap şeklinde yapıldığı için sac parçasını önce deler sonra vidalar (Resim 1.5).

Resim 1.5: Sac ve matkap uçlu vidalar

- **Somunlar:** Cıvatanın ucuna takılan, içine cıvatanın dişlerine uygun diş(yiv) açılmış ve dış çevresi altıgen, dörtgen, yuvarlak vb. biçimlerde olan makine elemanlarına somun denir (Resim 1.6).



Resim 1.6: Somun ve cıvata

- **Pullar (rondela) :** Somun veya cıvata başı ile makine parçası arasında kullanılan ortası delik, çok kez halka biçiminde olan sactan yapılmış parçalara rondela veya pul denir. Yüzey basıncını artırmak ve cıvataların eğilmeye zorlanmalarını önlemek için cıvata başının ve somunun altına konulur (Resim 1.7).

Resim 1.7: Pullar(Rondelalar)

- **Kelepçeler:** Kabloları toparlamak ve panoya sabitleme sırasında kullanılır. Kullanıldığı yere göre değişik şekillerde imal edilmiştir (Resim 1.8).

Resim 1.8: Kelepçeler

- **Segman:** İstenildiği zaman çözülmesi gereken mil şeklinde bulunan cıvatalarda kullanılır. Rondelaya benzeyen iki ucuna delik açılmış makine elemanlarıdır. Segman pensesi denilen özel pense ile sökülüp takılır (Resim 1.9).

Resim 1.9: Segman

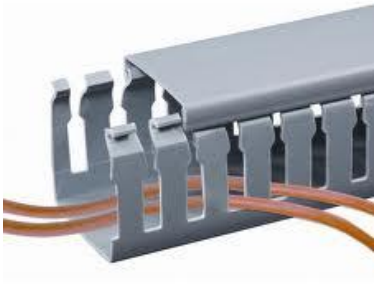
- **Kupilya:** Sert çelikten yapılmış telin ikiye katlanması ile yapılır. Uçlu diye tabir ettiğimiz cıvataların ucundaki diş açılmamış yerinde bulunan delikten geçirilerek ucunun bükülmesi sonucu somunun çıkmamasına yarayan makine elemanlarıdır (Resim 1.10).

Resim 1.10: Kupilya

1.3. Pano Montaj Elemanları

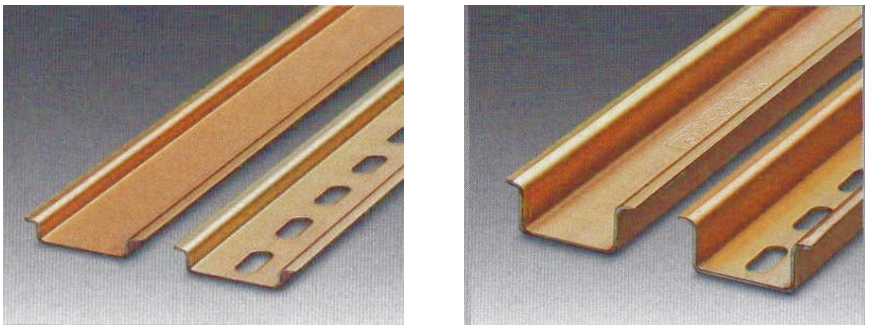
Pano montaj elemanları; kablo kanalları, taşıyıcı raylar ve klemenslerden oluşur.

- **Kablo kanalları:** Pano içinde kullanılan kabloların düzgün bir şekilde muhafaza edilmesini ve pano içinde takip edilebilmesini sağlar. Kanalın kenarları aralıklı yarıklar bırakılarak imal edilir. Bunun nedeni kabloları havalandırarak oluşabilecek ısınmaları önlemek ve kablo geçişlerinin kolay olmasını sağlamaktır. Sac ve PVC kablo kanalları olarak iki çeşit imal edilir. Konumuzla ilgili olarak PVC kanalları kullanacağız (Resim 1.11).



Resim 1.11: Pano tipi PVC kablo kanalı

- **Taşıyıcı raylar:** Üzerine klemens, kontaktör, otomatik sigorta vb. gibi elektrik malzemelerini yerleştirdiğimiz elemanlara ray denir. Eski panolarda elektrik malzemeleri tablalara vidalarla monte edilirdi. Bu olay çok zaman alır ve arıza esnasında elemana müdaheleyi güçleştirirdi. Rayların günümüzde yaygınlaşmasının en büyük sebebi, elektrik malzemelerini panoya çok basit bir şekilde monte etme olanağı vermesidir. Ayrıca arızalanan elemanı raylı sistemde rahatlıkla yenisi ile değiştirebiliriz. Taşıyıcı raylar; delikli/deliksiz ray ve alçak/yüksek ray diye ikiye ayrılır (Resim 1.12).



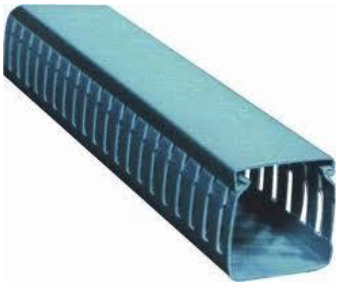
Resim 1.12: Taşıyıcı ray (lçak, yüksek, deliksiz, delikli raylar)

- **Klemensler:** Panoda kullanılan kontaktör, sigorta, şarj regülatörü, invertör gibi elektrik elemanlarının kendileri arasında ve pano dışındaki birimlerle irtibatlanmasını sağlayan elemanlara klemens denir. Genellikle elektrik, panoya klemenslerden girer ve klemenslerden çıkar. Bu nedenle klemensler panonun en önemli elemanıdır. Kaliteli olması ve oksitlenmeye karşı dayanıklı olması gerekir. Bina yangınlarının çoğunluğunun elektrik kontağından olduğunu unutmamalıyız.

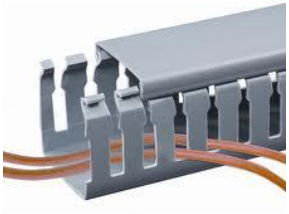
Resim 1.13: Raya monte edilmiş klemensler

UYGULAMA FAALİYETİ

Güneş paneli panosuna uygun ölçülerde kablo kanalı montajı yapınız.



Resim 1.14: Güneş paneli panosu ve kablo kanalı

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Kanal tipini ve boyutunu seçiniz. 	➢ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alıp işe başlamadan önce baret, iş elbisesi, iş eldiveni ve iş ayakkabısı giyiniz. ➢ Çalışma ortamı için gerekli olan araç ve gereçleri temin ediniz. ➢ Yapılacak uygulama için gerekli iş güvenliğine dikkat ediniz. ➢ Kanallar hakkında katalog ve CD'lerden bilgi edininiz.
➢ Uygun ölçüde kanalı kesiniz. 	➢ Kesilecek parçayı metal cetvel yardımı ile işaretleyiniz. ➢ Testere lamaları hakkında katalog ve CD'lerden bilgi edininiz. ➢ Testere lamasını bağlarken testere dişlerinin kesilecek yönde bağlanmasına dikkat ediniz. ➢ Kesim sırasında sabırlı ve dikkatli olunuz. ➢ Çalıştığınız yeri her zaman temiz ve düzenli tutunuz.
➢ Kanal uçlarını uygun açıda kesiniz ve temizleyiniz.	➢ Kesim sonrasında oluşan çapakları temizleyiniz.

➢ Kanalı markalayınız ve deliniz. 	➢ Delik işlemlerinde matkap yönünü kontrol ediniz.
➢ Kanalı sac tablaya tutturunuz.	➢ Kanalı tuttururken plastik perçinle tutturuyorsak perçin zımbasını kullanmalıyız. ➢ Eğer vidalayacaksak vidayı elimizle sıkı tutmalı ve tornavidayı dikkatli kullanmalıyız yoksa elimize zarar verebiliriz. ➢ Vida başını kısa devrelere karşı yalıtınız.
➢ Çalışma sonlarında çalışma ortamınızın tertip düzen ve temizliğini sağlayınız.	➢ Kullandığınız gereçleri gerekli bakımlarını yaparak yerlerine yerleştiriniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğünü giyip gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Kablo kanalı montaj yerinin ölçüsünü doğru aldınız mı?		
3. Alınan ölçüde kanalı kestiniz mi?		
4. Kanalı markalayıp deldiniz mi?		
5. Kanalı sac tablaya tutturdunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme" ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( )Şarj regülatörü akülerdeki şarj düzeyini kontrol eder ve herhangi bir aşım durumunda şarjı düzenleyerek bataryaların zarar görmesini engeller.

2. ( )İnvertör, güneş panellerinden elde edilen 12 volt DC gerilimi 48 volt DC gerilime dönüştürür.

3. ( )Üzerine sağ veya sol yiv (diş) açılmış silindir veya konik parçalara vida denir.

4. ( )Cıvatanın ucuna takılan, içine cıvatanın dişlerine uygun diş (yiv) açılmış ve dış çevresi altıgen, dörtgen, yuvarlak vb. biçimlerde olan makine elemanlarına somun denir.

5. ( )Taşıyıcı ray, pano içinde kullanılan kabloların düzgün bir şekilde muhafaza edilmesine ve pano içinde takip edilebilmesini sağlar.

6. ( )Üzerine klemens, kontaktör, otomatik sigorta vb. gibi elektrik malzemelerini yerleştirdiğimiz elemanlara ray denir.

7. ( )Panoda kullanılan kontaktör, sigorta, şarj regülatörü, invertör gibi elektrik elemanlarının kendileri arasında ve pano dışındaki birimlerle irtibatlanmasını sağlayan elemanlara klemens denir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gerekli ortam ve donanım sağlandığında güneş paneli besleme kablolamasını öğrenip yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Elektrik kablo çeşitleri hakkında bilgi toplayınız.
- Kablo seçim ölçütlerini araştırıp arkadaşlarınıza sununuz.

2. PANEL BESLEME KABLOLAMASI

2.1. Besleme Kabloları

Fotovoltaik uygulamalar için özel olarak üretilen solar tip besleme kablolar üstün kaliteli ham maddeler ile özel olarak üretilmektedir (Resim 2.1). Enerji iletiminin özel bir önem arz ettiği fotovoltaik uygulamalarda normal kabloların kullanımı hem sistem verimini düşürmekte hem de gereken uzun ömüre sahip olmamaktadır. Özellikle uzak mesafelerde enerji taşıma sözkonusu ise (20 m ve üzeri) mutlaka fotovoltaik kabloların kullanılması gerekmektedir. Bu kablolar fotovoltaik sistemlerin önemli bir parçasıdır. Fotovoltaik sistemlerin bina ve aygıt içinde veya dışında bağlantısı ve yüksek mekanik yıpranma oluşan ve ağır hava şartları olan bölgeler için özel tasarlanmıştır. Solar enerji sistemlerinde kullanılan kabloların uzunluğu arttıkça, mesafeler uzadıkça ve kablodan geçen akım arttıkça iletken olması gereken kablomuzun üzerinde gerilim düşümü olur yani bir şekilde direnç oluşur. Bu noktada uygun kablo kesiti hesaplama ve uygun/yeterli özellikteki kablo seçiminin önemi ortaya çıkar.

Resim 2.1: Solar tip besleme kablosu

Yukarıda açıklanan üstün özellikleri nedeniyle fotovoltaik sistemlerde bu sistemler için üstün kaliteli ham maddeler ile özel olarak hazırlanmış solar (fotovoltaik) kabloların kullanılması kaçınılmazdır.

Fotovoltaik kablolar VDE 0295 / IEC60228 sınıf 5'e uygun kalaylanmış bakır iletken tel içerir. Kablonun iç kısmı ise elektronik ortamda ışınlar ile birleştirilmiş özel bir copolymerden ve etrafını saran ikinci bir polyolefine kopolimer tabakadan oluşmaktadır. Solar kabloların, nominal kablo kesiti TÜV tarafından onaylanmış olmalıdır. Yoğun kablo çapı olmalı, fazla yer kaplamamalıdır. Kesinlikle uzun ömürlü ve mukavim (dayanıklı) olmalıdır.

Genel olarak fotovoltaik kablolarda olması gereken özellikler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Özel elektron ışın dokulu izolasyon ve kılıf vardır.
- Aşırı sıcağa ve soğuğa dayanıklıdır.
- Yağa dayanıklıdır.
- Sürtünmelere karşı dayanıklıdır.
- Ozona karşı dayanıklıdır.
- Ultraviyole ışınlara karşı dayanıklıdır.
- Kötü hava şartlarına karşı dayanıklıdır.
- Yangına karşı daha iyi korumalıdır, fazla duman üretmez, yanmaz.
- Halojen içermez.
- Çok esnektir.
- İzolasyonu kolay açılır.
- Az yer kaplar.
- Mekaniki dayanımı yüksektir.
- Sızıntı kayıplar minimum seviyededir.
- Uzun ömürlüdür.

2.2. Besleme Kablo Aparatları

Besleme kablo aparatlarını bundan sonra solar kablo konnektörleri diye adlandırıcağız. Fotovoltaik sistem kurulumunda sistemin hesaplanması ve gereken ürünlerin seçimi kolay değildir ama genelde ihmal edilen ve ihmal edilmemesi gereken bağlantı ürünlerinin önemi fazlasıyla yüksektir. Bir sistemin maliyetini incelediğiniz zaman, bağlantı parçalarının değeri ortalama ~%5 ile sınırlıdır. Bağlantı ürünlerinde yanlış seçim yaptığınızda yangın tehlikesi ile karşı karşıya kalabilir, yüksek zarara uğrayabilirsiniz ve daha önemlisi insan hayatı söz konusu olabilir.

Büyük güçlerde elektrik üretmek için güneş panelleri birbirine bağlanarak solar PV dizilerini meydana getirir. Güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda güneş paneli birbirine paralel ya da seri bağlanır. Güneş panellerini birbirlerine bağlarken bir önceki konu olan güneş paneli besleme kablo seçim kriterlerine uyan solar kablolar tercih edilmelidir.

Güneş panellerinin bağlantıları yapılırken solar kablo ve konnektörleri kullanılmalıdır (Resim 2.2).

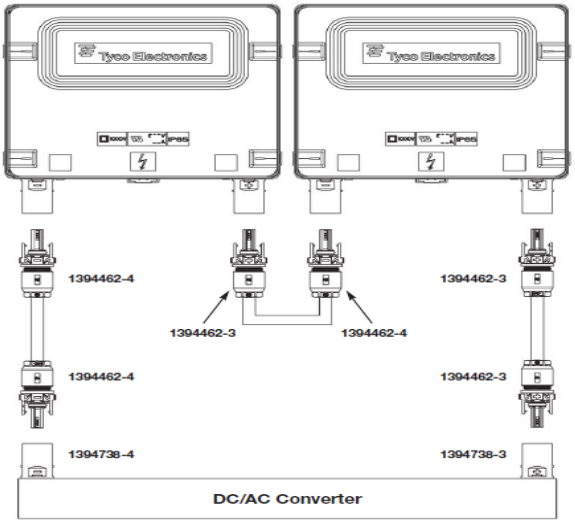
TYCO ELECTRONICS		
Ürün	**Solar kablo**	**Konnektör**
Kesit	2.5; 4; 6 mm2	2.5; 4; 6 mm2
Minimum sıcaklık	-400C	-400C
Maksimum sıcaklık	1250C	1100C
Mevcut renkler	Siyah, mavi, kırmızı	Standard
Bağlantı şekilleri	-	Dişi, Erkek, T branch
Akım taşıma kapasitesi	2.5 mm2 - 41 A 4 mm2 - 55 A 6 mm2 - 70 A	25 Ampere kadar
Onay	IEC 60228 Class5 TÜV ve UL	TÜV ve UL

Resim 2.2: Solar kablo ve konnektör özellikleri

Güneş panellerinin birbirlerine bağlantısı yapılırken panellerin üzerindeki birleşme kutularına (junction box), dişi veya erkek konnektörler bağlanır (Resim 2.3, Şekil 2.1). Güneş panelleri birbirleriyle paralel bağlanacağı zaman paralel bağlantı konnektörleri bağlantısı kullanılır (Resim 2.4).

Resim 2.3: Dişi ve erkek solar kablo konnektörü

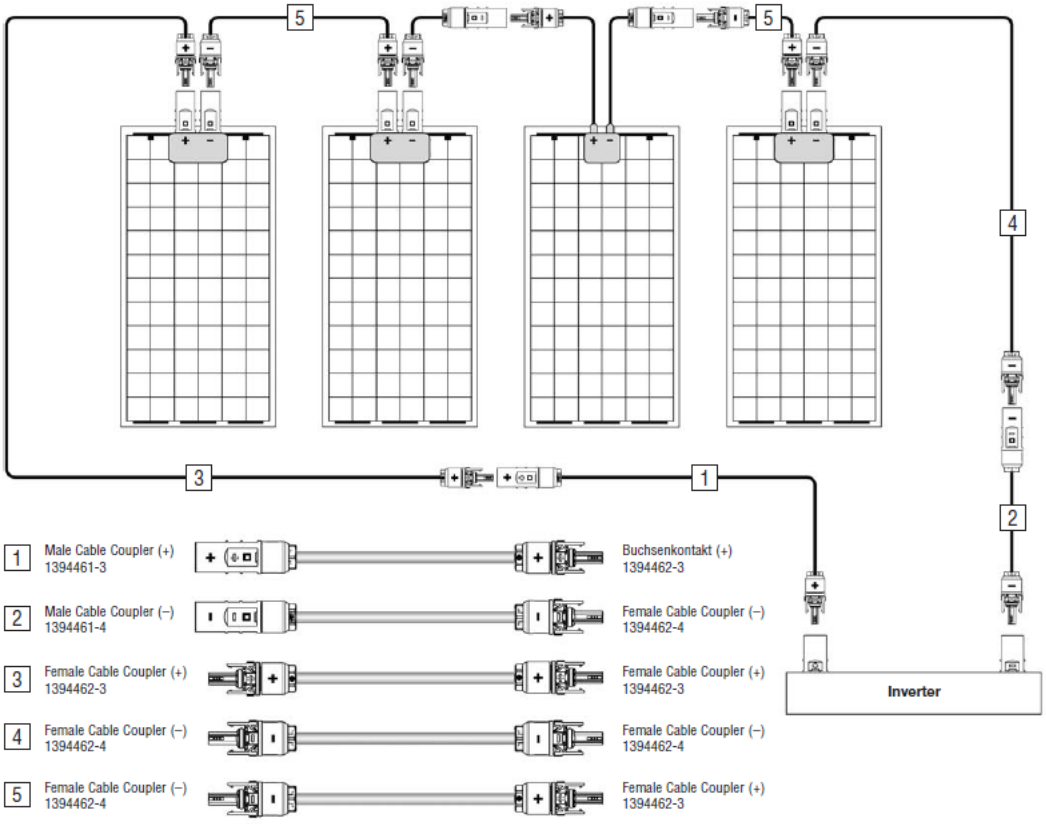
Resim 2.4: Panellere paralel bağlantı yapma konnektörü



Şekil 2.1: Panellerde bulunan bağlantı kutusu (junction box) ve bağlantı aparatları (konnektörler)

UYGULAMA FAALİYETİ

4 adet güneş panelini solar besleme kablo ve aparatları aracılığıyla seri bir şekilde bağlayınız.



Şekil 2.2: 4 adet güneş panelinin besleme kablo ve aparatlarıyla seri bağlanması

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Seri bağlanacak güneş panellerini özen göstererek seri bağlantı için hazırlayınız.	➢ Eldiven, önlük kullanınız. ➢ Çalışma ortamını hazırlayınız.
➢ Seri bağlantı için gerekli olan besleme kablo konnektörleri ve besleme kablolarını temin ediniz.	➢ Bağlantı için solar tip kablo kullanılmalıdır.
➢ Şekil 2.2'deki bağlantıya göre seri bağlantıyı yapınız.	➢ Seri bağlantı esnasında + ve – bağlantıları yaparken dikkatli olunuz, yanlış bağlantı yapmayınız.

➢ Bağlantınız bitince öğretmenizle kontrol ediniz.	➢ Çalışma sonunda çalışma ortamınızın tertip düzen ve temizliğini sağlayınız. ➢ Kullandığınız gereçlerin gerekli bakımlarını yapmayı unutmayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1.	Seri bağlanacak güneş panellerini temin ettiniz mi?		
2.	Yapılacak seri bağlantı için uygun solar kablo ve konnektörleri temin ettiniz mi?		
3.	Bağlantı devre şemasına göre seri bağlantıyı yaptınız mı?		
4.	En son yapılmış olan bağlantıyı kontrol ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Bir sistemin maliyetini incelediğinizde bağlantı parçalarının değeri ortalama ~%5 ile sınırlıdır.

2. ( )Fotovoltaik kablolar VDE 0295 / IEC60228 sınıf 5'e uygun altın iletken tel içerir.

3. ( )Fotovoltaik kablolar aşırı sıcağa ve soğuğa dayanıklı olmalıdır.

4. ( )Güneş panellerinin bağlantıları yapılırken solar kablo ve konnektörleri kullanılmalıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Gerekli ortam ve donanım sağlandığında güneş panelleri için akü seçimini ve bağlantısını öğrenip yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Akü çeşitleri hakkında bilgi toplayınız.
- Akü gruplandırmasının nasıl yapıldığını araştırıp arkadaşlarınıza sununuz.

3. AKÜLERİN YAPISI VE SİSTEMİN KURULMASI

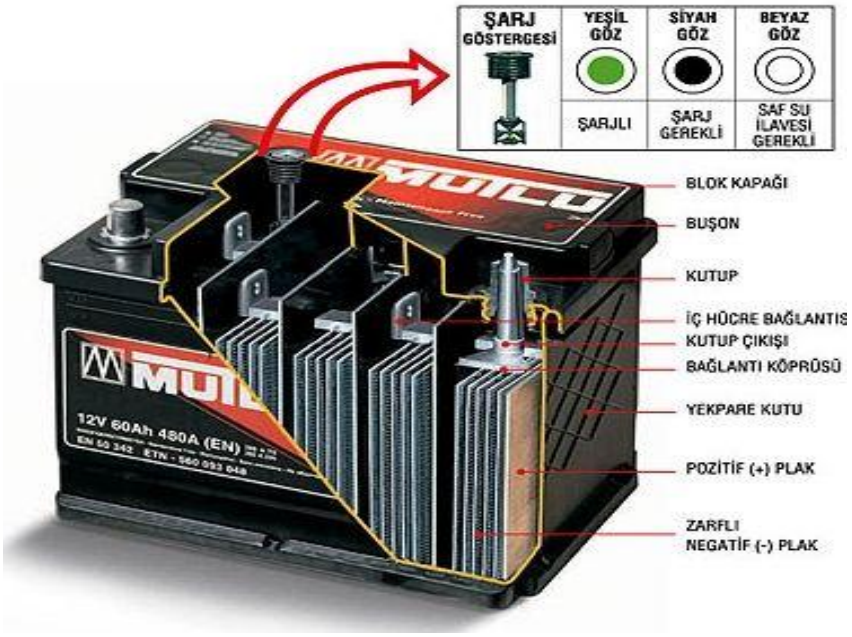
3.1. Akülerin Yapısı ve Çeşitleri

Aküler (bataryalar) kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren ve depo eden, kompleks elektrokimyasal aletlerdir. Batarya terimi bir adet üniteyi temsil eder. Ancak bu ünite içinde bir ya da birden fazla hücre (cell) bulunabilir. Cell'ler bataryanın yapı taşlarıdır. Bataryalar genellikle birden fazla hücrenin birleşmesinden oluşur. Her batarya üç temel öğeden oluşur: anot (pozitif kutup), katot (negatif kutup) ve kimyasal reaksiyonu sağlayan elektrolit. Diğer anlamda elektrolit elektrik enerjisini depolayan ve geri veren kısımdır. Akümülatörler bizler için olmazsa olmaz bir malzemedir. En ufak bireysel kullanımdan en büyük profesyonel uygulamaya kadar güneşten sağladığımız enerjiyi depolamak veya yedeklemek için gereksinim duymaktayız. Örneğin gün ışığında depoladığımız elektrik enerjisi ile geceleri aydınlatma yapabilmekteyiz. Çok ciddi ve kritik haberleşme istasyonuna da aynı prensipler dâhilinde besleme sağlayabiliriz. Ayrıca uzun süreli şebeke elektriğinin kesilmesi veya afet vb. durumlarda yine bataryalarda depoladığımız enerjinin hayati işlevi olacağı kesindir.

Akü, doğru akım elektrik enerjisini kimyasal enerjiye çevirip depo eden ve devrelerine alıcılar bağlandığında bu enerjiyi tekrar elektrik enerjisine dönüştürerek alıcıları çalıştıran elektrokimyasal statik bir elemandır ya da birbirlerinden separatörlerle ayrılan, peş peşe dizilmiş pozitif ve negatif plakaların elektrolit ile reaksiyona girerek elektrik enerjisinin oluşturulduğu ve depolandığı sistemdir (Resim 3.1).

Kısaca kurşun asit bir akümülatörün çalışma prensibi basit olarak bir batarya elemanı, içinde sulandırılmış (seyreltik) sülfirik asit bulunan bir kaba iki kurşun levha daldırılması ile

elde edilir. Bu iki plakanın uçları bir doğru akım kaynağına bağlanıp bir süre doğru akım geçirilirse (+) uca bağlı olan plakanın yüzeyi kurşun peroksit (PbO_2) tabakası ile kaplanır. Sonra plakaların uçları bir alıcıya bağlanırsa akım verdikleri görülür



Resim 3.1: Akünün iç yapısı

Bir akü hücresi aşağıdaki ana elemanlardan oluşur:

- **Akü kabı:** Çoğunlukla ebonit veya plastik malzemeden yapılır. Transparant akü kapları, akünün içindeki elemanların incelenmesine imkân verir. Akü kapları kullanılacağı yerin durumuna göre çeşitli boyutlarda yapılır.
- **Akü kapağı**: Akü kabı malzemesinden yapılan ve hücrenin üstünü kapatan kısımdır. Akü kabının üstünü, hava sızdırmaz bir biçimde presleyerek veya yapıştırarak kapatır.
- **Hücre kapağı (tıpa):** Akü kapağındaki dişli deliğe takılan, plastik malzemeden yapılmış küçük bir kapaktır.

Üç ana işlevi vardır:

- Yerinden çıkarılarak elektrolitin yoğunluğunu ölçmek veya saf su ilave etmek
- Buşon kapalı iken akü içinde oluşan gazların kapak içindeki küçük delik yoluyla dışarı çıkmasını sağlamak
- Özel tip buşonlarda, hücre içinde oluşan gazı, buşon içinde yoğunlaşarak tekrar elektrolite dönmesini sağlamak, böylece akünün saf su kaybını azaltmak

- **Elektrolit:** Sülfürik asit, saf su karışımı olan bir sıvıdır. Akünün tipine, imalatçının veya kullanıcının tercihine bağlı olarak sülfürik asit, su oranı değişik, çeşitli aküler imal edilmektedir.
- **Seperatör:** Hücre içindeki plakaların birbirine değerek kısa devre olmasını önleyen parçalardır. Aside dayanıklı yalıtkan malzemeden yapılır, imalatçının tercihine bağlı olarak çeşitli profilde olur. Bununla birlikte seperatör tipinin seçiminde ve yerine takılmasında şu hususlara özen gösterilir:

  - Akü iç direncini artırmamak
  - Seperatörleri mikro gözenekli yaparak plakalar arasındaki elektrolit temasını azaltmamak
  - Plakaları, özellikle nakliye esnasında eğilme ve kırılmalarını önleyecek şekilde sıkıştırmak

- **Plakalar:** Bir akü hücresi içinde pozitif ve negatif olmak üzere iki ayrı plaka grubu vardır.
- **Akü hücresi:** Bir akü hücresi, yukarıda açıklanan elemanların akü kabı içerisine tekniğine uygun bir şekilde yerleştirilmesi ile oluşturulur. Akü hücresi içindeki negatif plaka sayısı, pozitif plaka sayısından bir fazladır. Böylece pozitif plakanın iki yüzeyi de aktif durumda tutularak bükülmesi önlenir.

Bataryalar da ıslak veya kuru olarak ikiye ayrılır. Islak hücreli bataryalarda elektrolit sıvıdır. Kuru hücreli bataryalarda elektrolit; pasta, jel veya diğer matrix hâlde bulunur. Bataryanın voltaj değeri bataryanın yapımında kullanılan materyallere bağlıdır. Bu sebeple
batarya elemanında kullanılan malzemeye göre çeşitli bataryalar vardır.

İdeal bataryada aşağıdaki özellikler olmalıdır:

- Yüksek enerji yoğunluğu olmalıdır.
- Taşınabilir ve çevre şartlarına dayanıklı olmalıdır.
- Uzun ömürlü olmalıdır.
- Emniyetli olmalıdır.
- Uygulama yeri için esneklik sağlamalıdır.

Şarj edilebilir bataryalar üç tipte üretilir. Birincisi açık tip bataryalardır. Atmosfere açık olan bu bataryalar kullanım sırasında atmosfere hidrojen gazı verir ve bu yüzden su azaldığı için suya ihtiyaç duyar. Bakım istemeyen bataryalarda sadece elektrolit fazla olup bu yüzden servis ömürleri boyunca bakım istemez. İkinci tip şarjlı bataryalar yarı açık ya da yarı kapalı bataryalardır. Bu tip bataryalarda kullanılan elektrolitler de atmosfere gaz salar. Ancak bu tip bataryaların elektrolitleri jel türündedir. Üçüncü tip bataryalar tamamen kapatılmış (sealed) bataryalardır. Kapalı tip bataryalar normal olarak çıkan gazı atmosfere vermez.

Akülerin kullanıldıkları yere ve çalışma şekillerine göre çok çeşitli tipleri olsa da bunları başlıca üç grupta toplamak mümkündür. Bunlar; otomotiv aküleri, traksiyoner aküler ve stasyoner akülerdir.

- **Otomotiv aküler:** Bu aküler motorlu araçlarda kullanılan akülerdir. Bunların temel çalışma özellikleri marş sırasında kısa bir süre içinde büyük bir akım vermeleridir. Bunun dışında yüksek akım verebilmelerini sağlamak için plakaları ince yapılarak aktif maddenin elektrolitle daha kolay temas etmesi sağlanmıştır. Plakaları ince olduğundan nispeten kısa ömürlüdür. Ayrıca hem iç direnci azaltmak hem de hacminin küçük olmasını sağlamak için plakaları birbirine iyice yaklaştırılmış, birbirlerine değmelerini önlemek için araya separatörler konulmuştur. Motorlu araçlarda kullanılan akülerin iki temel maddesi kurşun ve sülfürik asit olduğundan bunlara kurşun-asit esaslı aküler denir. Akü denilince ilk akla gelen ve herkesin bildiği uygulama ise taşıtlarda kullanılan marş amaçlı yani otomotiv uygulamaları için olan seridir. Olabildiğince ufak ebatlarda, hafif ve taşınabilir olması beklenir. Mobil uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bilinen başlıca özelliği açık/ sulu sistem olmalarıdır yani içindeki asit sıvı/likit bazlıdır. Ortama asit çıkartma/salgılama riski mevcuttur. Bu akümülatörler havalandırmalı yerlerde kullanılmalıdır.
- **Traksiyoner (çekici) aküler:** Bu aküler; vinç, yük taşıyıcı ve özellikle denizaltı gibi elektrik motoru ile çalışan araçlarda kullanılır ve orta büyüklükteki bir akımı sürekli olarak verir. Yapıları otomotiv akülerinden çok daha sağlamdır ve bu nedenle çok uzun ömürlüdür. Bilinen başlıca özelliği açık/sulu sistem olmalarıdır yani içindeki asit sıvı/likit bazlıdır. Ortama asit çıkartma/salgılama riski mevcuttur. Bu alanda ülkemizde ciddi ve kaliteli üretim yapan tanınmış tesisler olduğu gibi ithal markalar da mevcuttur.
- **Stasyoner (sabit tesis) aküler:** Bu aküler telefon santrallerinde kullanılır. Küçük bir akımla şarj ve deşarj olur. En önemli özellikleri uzun ömürlü olmalarıdır. Sektörel olarak bizleri özellikle ilgilendiren endüstriyel uygulamalarda kullanılan ürünlerin genel tanımı ise sabit tesis/stationary aküdür. İsminden de anlaşılacağı üzere sabit/durağan yerlerde kullanmak üzere tasarlanmaktadır. Çalışma prensibi ve plaka yapısı gereği, sabit akımı/gücü uzun süre verme yeteneği mevcuttur. Bu kategoriye giren, oldukça geniş alt başlıkları mevcuttur. Bunlar da yine kendi aralarında fiziksel, kimyasal ve iç yapı farklılıkları gösterebilmektedir.

Temel prensipte kurşun – asit özellikli ve tampon şarj kullanımına müsait olan akülerin, yüzdürme / tampon şarj gerilimi ile hazırda bekleme özellikleri başlıca farklılıklarıdır. Teknolojik olarak sürekli geliştirilmektedir. Uzun işletme ömrüne ve daha fazla döngü (cycle) sayısına şarj/deşarja sahip olanlar tercih edilmektedir. Kapalı sistem ve bakımsız kuru özellikli olanları yaygın kullanım alanları bulabilmektedir. Çok ufak fiziki ebat ve kapasiteye sahip olanları olduğu gibi tamamen aynı çalışma prensibi ile yüksek güçlerdeki ihtiyaçlar için de çözüm seçenekleri bulunmaktadır. Cihaz içi, kapalı ortam vb. uygulamalar için maintenance free (bakım gerektirmeyen)/valve regulated(valfli düzenlenmiş) olması çok önemlidir. Bu sayede normal koşullarda gaz çıkarması/sızdırma

yapması öngörülmemektedir. Günümüz şartlarında akümülatör seçiminde uygulama/ihtiyaç, saha /ortam koşulları, öngörülen bütçe ve ticari koşullar gibi birkaç farklı ölçüt vardır.

Solar sistemlerde kullanılan stasyoner tip kurşun-asit aküler temel olarak OPzS, VRLA Jel, VRLA AGM, VRLA AGM GEL olarak dörde ayrılır. Bu akü tiplerinden hangisinin kullanılacağı bakım yapılabilme, ortam sıcaklığı, yük profili, çevrim ömrü gibi etkenlerin önem derecesine göre belirlenmelidir.

- **VRLA (Valve Regulated Sealed Lead Acid)(Valfli düzenlenmiş kapalı kurşun asit)/AGM**: VRLA Aküler ismini üzerlerine monte edilmiş şarj ve deşarj sırasında gazların yüksek oranda tekrardan akü içerisinde birleşmesini sağlayan valf sisteminden almıştır (Resim 3.2). Bu aküler sulu tip (su eklenebilen) akülerin gaz çıkısının %1'i kadar gaz çıkışına izin verir. Bu sayede akülerin muhafaza edildiği yerde havalandırma ihtiyacı en aza indirilir.

Tamamen ve gerçekten kapalı, kuru tip tam bakımsız bir sabit tesis aküsüdür. Uzun süreli uygulamalar için yüksek performans ve güvenirlilik sağlar. Kesintisiz Güç Kaynakları Sisteminde kullanılan "gaz geri dönüşüm" (gas recombination) sistemine sahip gerçek kuru tip, tam bakımsız akümülatörlerdir. Alev geciktirici kutularda, düşük basınçlı otomatik kapanan valf kontrolüne sahip bu tip akümülatörlerde yüksek oranlı gaz geri dönüşüm özelliği vardır. Kapalı sistem akülerde bakıma gereksinim duyulmaması, cihaz içi vb. dâhil kapalı yerlerde, hatta yatay veya dikey pozisyonlarda kullanılabilmesi gibi önemli avantajları sahiptir. Kısa sürede yüksek akım gerektiren yük profillerine sahip sistemlerde performansı çok yüksektir. Derin deşarja ve yüksek çevrim sayısına sahip olması sebebiyle fotovoltaik uygulamalarda tercih edilmektedir.

Resim 3.2: VRLA AGM akü

- **VRLA / GEL:** VRLA jel akülerin yapısında ise elektrolit olarak sıvı asit yerine jel kıvamına getirilmiş asit yer almaktadır (Resim 3.3). Özel bir üretim prosesi ile akünün içerisine bu jel elektrolit doldurulur. Akü içerisine plakaların yerleşimi VRLA AGM akülere benzer şekilde minimum alan kaplayacak şekilde yapılır. VRLA jel, sulu akülere göre VRLA AGM'in sahip olduğu tüm üstünlüklere sahiptir sadece şarj etme yöntemi sulu ve AGM aküye göre farklıdır. Jel yapısı çok yüksek gaz çıkışlarına sebep olan hızlı şarj ya da yüksek akımla şarj sırasında bozulabilir. Bunun önüne geçmek için bu akülerin bulunduğu sistemlerin yük profilleri daha uzun şarj ve deşarj şeklinde planlanmalıdır. Jel akülerin AGM akülerden en büyük avantajı sıcaklığın ömre olumsuz etkisinin daha az olmasıdır. Bu durum özellikle sıcak bölgelerde ve klimatik olmayan ortamlarda yer alan sistemlerde VRLA jel akünün kullanılması kaçınılmaz kılar. Ayrıca, VRLA jel akülerin fotovoltaik sistemlerin

doğası gereği maruz kaldığı kısmi şarj ve deşarjdan kaynaklanan plaka sülfatlaşmasına VRLA AGM akülere göre daha yüksek dayanıklılığı vardır. Bu sayede çevrim ömrü VRLA AGM'den daha yüksektir. Jelli aküler yoğun elektrolitleri sayesinde akmadan her açıda kullanılabilir. Kendi kendilerine deşarj olma problemleri yoktur. Ancak pahalıdır ve hızlı şarj sağlayan şarj cihazlarından zarar görebilir.

Her iki akü tipi de tam bakımsız olup derin deşarj özelliği ile yenilenebilir enerji uygulamalarında kullanılabilmektedir. Fotovoltaik sistemlerdeki kullanım şekline göre VRLA jel ve VRLA AGM akülerin birbirine karşı avantaj ve dezavantajları vardır.

Resim 3.3: VRLA GEL (jel) akü

- **OPZS / TUBULAR (tüplü):** Az bakımlı, tüplü sabit tesis (OPzS) akümülatörleri sistemlere kesintisiz enerji kaynağı olarak bağlanmak üzere üretilmiş sabit tesis (standby) akülerdir (Resim 3.4). Kullanıcı için minimum bakım gerektirir ve düşük enerji maliyetlidir. Temel özelliği olan düşük antimonlu kurşun alaşımı kendi kendine deşarjını azaltarak su kaybı oranını büyük ölçüde düşürür. Aktif maddeyi tutuşu ve şarj-deşarj kabiliyeti aynı seviyededir. Ani güç kesintilerinin sistemde sebep olabileceği kapanış ve duruşları engellemek için kullanılan OPzS akümülatörleri şeffaf (transparent) kutulu olarak imal edilir. Separatör ve alaşım yapısı ile az bakım gerektirir, 20 yıl ve üzeri uzun ömre sahiptir. Pozitif plakalar tüplü olarak imal edilmiştir. Tüp şeklindeki pozitif plakalar yüksek kapasiteye ve uzun servis ömrüne sahiptir. Plakalar birbirine bağlı silindirik polyester tüplerden oluşmuştur. Her tüpün içerisinde özel alaşımdan yapılmış kurşun çubuklar bulunur. OPzS tipi aküler şarj ve deşarj sırasında gaz çıkışına izin verdiği için saf su ekleme gibi sürekli takip ve bakım ihtiyaç duyarlar. Ayrıca, hidrojen gazının havada belli bir yoğunluğu aştığında tehlike yaratmasından dolayı akülerin bulunduğu yerin iyi bir havalandırmaya sahip olması gerekir. Bu sebeplerden dolayı fotovoltaik sistemlerde genel olarak tercih edilmez.

Resim 3.4: OPZS / TUBULAR (tüplü) akü

- **VRLA / TUBULAR / GEL:** Bakım ve ulaşım gibi zorlukları bulunan yerler ile kapalı sistem uygulamasına gerek duyulan profesyonel uygulamalar için ise VRLA / TUBULAR / GEL tip ürünler kullanılabilir (Resim 3.5). Prensip olarak zor saha koşullarına daha mukavimdir. Ayrıca anma kullanma koşullarında ortama gaz çıkarma riski de bulunmamaktadır. Bu tip aküler henüz ülkemizde üretilmemektedir. Bunların içindeki asit sıvı bazda değildir, bildiğimiz jel-jöle kıvamındadır. Anma kullanma koşullarında herhangi bir bakıma ihtiyaç duymaksın çok uzun yıllar boyunca kullanılabilme özelliği vardır. Uzun işletme ömrü, yüksek performans, azami güvenirlilik ve daha fazla şarj / deşarj (döngü sayısı) özelliklerine sahiptir. Bu alandaki en büyük ve tanınmış üreticilerin başında HBL firması gelmektedir. Sektörel uygulamalar için satış öncesi teknik hesaplamalar ve tasarım dâhil, her türlü teknik destek titizlikle sağlanmaktadır. Örneğin oluşturulacak akü grupları için tüm fiziki ölçülendirme detayları ile şematik yerleşim planı dâhil, tasarım aşamasında ihtiyaç sahibine sunulmaktadır. Malzeme tesliminde de raf sistemi ile tüm montaj ekipmanı kullanıcıya eksiksiz ve bedelsiz sunulmaktadır.

Resim 3.5: VRL / TUBULAR (tüplü) / GEL (jel) akü

Akülerin fotovoltaik sistem içerisinde kullanım ömrü sistemin ne kadar iyi tasarlandığı ile doğru orantılıdır. Tasarım sırasında sistemin kullanılacağı yerin, yük profilinin, güneş enerjisi tahmininin, şarj etme sistemlerin kalitesi ilk olarak düşünülmesi gereken parametrelerdir. Bu parametrelerin iyi optimize edilmesiyle VRLA tipi akülerden en uzun ömür ve performans alınacaktır.

Akülerin çalışma ömrünü etkileyen faktörler şunlardır:

- **Depolama:** Kurşun asit aküleri asla boşalmış veya kısmen boşalmış durumda tutulmaz. Aküler uzun süre depolanacaksa 6 ayda bir kere şarj edilmesi uygundur.

- **Düşük şarj:** Akünün boşalmasına deşarj, doldurulmasına da şarj etmek denir. Anma değerinden daha düşük bir açık-devre gerilimi sülfatlaşmanın göstergesi olabilir.

- **Aşırı şarj:** Aşırı şarj gerilimleri, aküden yüksek şarj akımlarının akmasına, bu akım nedeniyle aşırı ısının açığa çıkmasına ve güvenlik valfinden gaz çıkışına neden olur (Bu nedenle "valve regulated" terimi kullanılmaktadır.). Bu durum kısa bir süre içinde pozitif plaka malzemesini korozyona uğratacak ve akü ömrünü hızlı bir şekilde kısaltacaktır.

- **Sıcaklık:** Önerilen ortam sıcaklığının üzerindeki yüksek sıcaklıklar, muhtemel oksijen/hidrojen gaz oluşumuna neden olarak akünün servis ömrünü kısaltır.

- **Aşırı deşarj:** Çoğu akü için 1,67 volt/hücre sınır değerdir. Derin deşarj, akü kapasitesini ve çalışma ömrünü ters yönde etkiler. Derin deşarj, akünün iç direncini arttırarak plakaların sülfatlaşmasına neden olur.

3.2. Güneş Panelleri için Akü Hesabı

Akünün zaman içerisinde boşalarak beslediği elektrik miktarına kapasite denir ve amper/saat (A/h) olarak belirlenir. Kapasite, plakaların yüzey alanlarına, sayılarına ve kullanılan separatörlerin geçirgenliklerine bağlıdır. Bir akünün belirtilen gerilimde 1 saat devamlı olarak verebileceği akım miktarına akü kapasitesi denir. Akü kapasitesi, akü üzerinde amper saat (A/h) olarak belirtilir.

Akü üzerinde markası dışında 12V 60A/h 255 gibi ifadeler vardır. Bunların anlamı;

12 V : Akü gerilimi (voltajı)

60 A/h : Akü kapasitesi

255 A : Emniyetli olarak aküden alınabilecek maksimum akım miktarıdır.

Bir akünün etiketinde örneğin 12 V 100A/h ibaresini okuyabiliriz. Teorik olarak bu akü 100 saat bir voltaj kaybına uğramadan yani 12 V gerilimle, 1 A akım üretecektir. 10 A akıma ihtiyaç olduğunda akümüz bunu 10 saat süreyle karşılayabilecektir. Ancak pratikte bu böyle gerçekleşmez. Özellikle yüksek akımlarda akünün iç direnci artar ve verebileceği akım azalır. İyi durumdaki bir akünün iki kutubu arasında ölçülecek voltaj 12,8 volttur. Aküden akım çekimi gerilim 11,6 volt değerine düştüğünde kesilmelidir. Bundan sonra akünün kalıcı hasar görmesi olasıdır.

Akülerin ömürlerini uzun tutmak için kapasitesi %50'nin altında iken şarj edilmelidir. Verimleri % 90 civarındadır. Güneş olmasa bile peş peşe güneşsiz geçecek günlerde ihtiyacını karşılayacak kadar akü kapasitesi gereklidir. Üç gün veya daha uzun süreyle arka arkaya güneş olmaması çoğu bölgemizde nispeten çok nadir olduğundan 3. güne de yetecek kadar fazla akü almak faydasına göre pahalı bir yatırımdır. Bunun yerine şebeke elektriğinin olduğu yerde 2 gün, olmadığı yerde 3 günlük ihtiyacını depolayacak kadar akü kullanımı uygun olacaktır. Bu da günlük tüketimi 5 kW olan bir ev için 10 kW'ı karşılayacak akü kapasitesi demektir. 12 V 1200 A/h'lik akü grubu 12 volt*1200 Amper-Saat =14.400 Watt depolayabilir. Akülerde depolananın tamamını hatta %70'inden fazlasını kullanmak akünün yapısını kısa zamanda bozmaktadır. Bu yüzden 12 V 1200 A/h bir akü grubu tasarlanan sistem için ideal olacaktır. Kapasitesi belli akü hücreleri birbirine bağlanarak daha yüksek kapasiteli bir akü grubu elde edilebilir. 12 V 1200 A/h'lik bir akü grubunun 6 adet 12 V 200 A/h'lik akülerin paralel bağlanarak oluşturulması mümkündür. Paralel bağlama sözcüğüyle ifade edilen bu işlemde hücrelerin (+) kutupları birbirine, (-) kutupları da birbirine bağlanır. Yapılan iş aslında hücrelerin aynı cins plakalarını haricî olarak birbirine bağlamaktır. Bu nedenle elde edilen akü grubunun toplam kapasitesi, hücre kapasitesinin hücre adedi ile çarpımı kadar olacaktır. Buna karşın akü grubunun gerilimi bir hücrenin gerilimi değerindedir.

Örnek: Günlük elektrik tüketimi 10 kW olan bir ev için güneş panel sistemi kurulacaktır. Güneş panel sisteminin kurulacağı ev şebeke elektriğinin olduğu yerdedir. Bu sistem için kullanılması gerekli olan akü sayısı ve kapasitesini hesaplayınız?

Çözüm: Güneş olmasa bile peş peşe güneşsiz geçecek günlerde ihtiyacını karşılayacak kadar akü kapasitesi gereklidir. Şebeke elektriğinin olduğu yerde 2 gün, olmadığı yerde 3 günlük ihtiyacını depolayacak kadar akü kullanımı uygun olacaktır.

2 günlük ihtiyacı depolayacak akünün gücü 2xP=2x10000W(10kw)=20000w(20kw)

P=IxV
20000=Ix12
I=20000/12=1666,66A

Akülerde depolananın tamamını hatta %70'inden fazlasını kullanmak akünün yapısını kısa zamanda bozmaktadır. Bu yüzden hesaplanmış 1666,66 A'lık akü akımını %30 daha artırıcağız.

I.30/100=1666,66x30/100=499,99A (Akünün yapısı bozulmasın diye kullanılmayacak %30'luk kısım)

Son olarak akümüzün kapasitesi=1666,66A+499,99A=2166,65A=2200A'lık olmalı.

12 V 2200 A/h'lik tek bir akü bu güneş panel sistemi için yeterli olacaktır. 12 V 2200A/h'lik tek bir akü yerine 8 adet 12V 275A/h'lik akülerin paralel bağlanarak oluşturulması mümkündür.

3.3. Akülerin Gruplanması ve Bağlantılarının Yapılması

Akü grupları, hücrelerin yan yana tesis edilerek (+) ve (-) kutuplarının birbirlerine harici köprülerle bağlanması suretiyle elde edilir. Harici köprülerin hücre kutuplarına bağlantısı, imalatçının tekniğine bağlı bir husustur. Çoğunlukla cıvatayla veya kaynakla bağlanır.

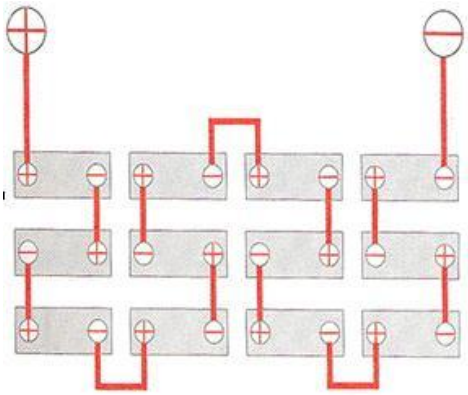
Akü hücreleri iki nedenle grup hâline dönüştürülür:
1-Gerilimi (voltajı) artırmak için
2-Kapasiteyi (akımı) artırmak için

Bir akü hücresinin anma voltajı 2 volttur. Bu nedenle anma voltajı ile orantılı daha yüksek voltaj elde edilmek istendiğinde seri bağlama sözcüğüyle ifade edilen ve bir hücrenin (+) kutbunu yanındakinin (-) kutbuna bağlamak suretiyle istenen voltajda akü grubu elde edilebilir.

NOT: Akü hücrelerinin seri ve paralel bağlanmasıyla (diğer bir ifadeyle karışık bağlanmasıyla) hem voltajı hem de kapasiteyi artırmak mümkündür

Akü bağlantıları, seri bağlantı, paralel bağlantı ve seri-paralel bağlantı olmak üzere üç çeşit yapılır.

- **Seri bağlantı:** Akü bloklarının akü grubunu oluşturacak şekilde art arda bağlanması ile oluşturulan tek bir seri koldur. Bir hücrenin (+) kutbunu yanındakinin (-) kutbuna bağlamak suretiyle yapılan bağlantıya seri bağlantı denir (Şekil 3.1). Akü grubunun toplam gerilimi(V), her bir akü blok geriliminin toplamına eşittir. Seri bağlantıda akü kapasitesi(A/h) değişmez; akü grubunun kapasitesi, grupta yer alan her bir blokun kapasitesine eşittir.



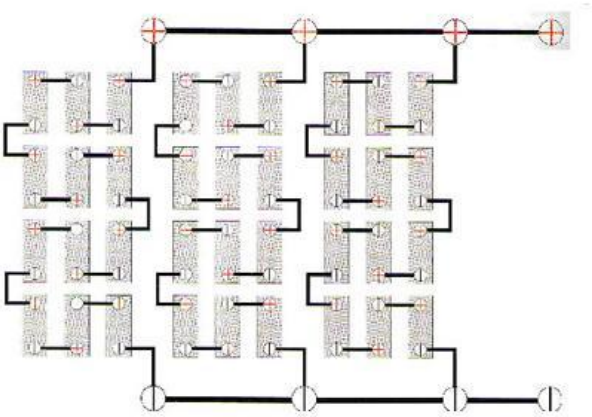
Şekil 3.1: Akülerin seri bağlantısı

- **Paralel bağlantı:** Akülerin (+) kutuplarını kendi aralarında, (-) kutuplarını kendi aralarında bağlamak suretiyle yapılan bağlantıya paralel bağlantı denir (Şekil 3.2). Akü grubunun toplam kapasitesi(A/h), paralel bağlı her bir akü blok kapasitesinin toplamına eşittir. Paralel bağlantıda akü gerilimi(V) değişmez; akü grubunun gerilimi, grupta yer alan her bir blokun gerilimine eşittir.

Aküler iki nedenle paralel bağlanır:

1. Kapasitenin arttırılması (Toplam kapasite, paralel bağlı olan her bir kol kapasitesinin toplamına eşittir.)
2. Güvenilirliğin arttırılması (Tek bir arızalı akü, kesintisiz güç kaynağı için tüm akülerin yedek enerji beslemesinin kesilmesine neden olmaz.)

Altıdan fazla akü grubunun paralel bağlanması yaygın bir uygulama değildir. Hangi bağlantı grubu kullanılırsa kullanılsın seri kolda yer alan tüm hücreler birbiri ile özdeş olmalıdır.



Şekil 3.2: Akülerin paralel bağlantısı

UYGULAMA FAALİYETİ

Bir evin aydınlatması için gerekli olan günlük elektrik tüketimi 1 kW'tır. Bu evin aydınlatması için güneş panel sistemi kurulacaktır. Güneş panel sisteminin kurulacağı ev, şebeke elektriğinin olduğu yerdedir. Bu sistem için kullanılması gerekli olan akü sayısı ve kapasitesini hesaplayınız?

Çözüm: Güneş olmasa bile peş peşe güneşsiz geçecek günlerde evin ihtiyacını karşılayacak kadar akü kapasitesi gereklidir. Şebeke elektriğinin olduğu yerde 2 gün, olmadığı yerde 3 günlük ihtiyacını depolayacak kadar akü kullanımı uygun olacaktır.

2 günlük ihtiyacı depolayacak akünün gücü: 2xP=2x1000 W(1 kw)=2000 W (2 kw)

P=IxV
2000=Ix12
I=2000/12=166,66A

Akülerde depolananın tamamını hatta %70'inden fazlasını kullanmak akünün yapısını kısa zamanda bozmaktadır. Bu yüzden hesaplanmış 166,66 A'lık akü akımını %30 daha artırıcağız.

I.30/100=166,66x30/100=49,99 A (Akünün yapısı bozulmasın diye kullanılmayacak %30'luk kısım)

Son olarak akümüzün kapasitesi=166,66A+49,99A=216,65A=220 A'lık olmalıdır.

12 V 220 A/h'lik tek bir akü bu güneş panel sistemi için yeterli olacaktır. 12 V 220 A/h'lik tek bir akü yerine 4 adet 12 V 55 A/h'lik akülerin paralel bağlanarak oluşturulması mümkündür.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Güneş panel sisteminin kurulacağı ev şebeke elektriğinin olduğu yerde midir?		
2. Şebeke elektriğinin olduğu yerde kaç günlük ihtiyacı depolayacak kadar akü kullanımı uygun olacağı tespit edildi mi?		
3. Güç formülünden ihtiyaç duyulan akü kapasitesi hesaplandı mı?		
4. Akülerde depolananın tamamını hatta %70'inden fazlasını kullanmak akünün yapısını kısa zamanda bozmaktadır. Bu nedenle hesaplanan akü kapasitesini %30 daha artırdınız mı?		
5. Güneş panel sistemi için yeterli olacak tek bir aküyü hesapladıktan sonra tek bir akü yerine kullanılabilecek birbirine paralel bağlanarak oluşturuluş akü grubunda kaç adet akü olması gerektiğini hesapladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda **"Hayır"** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **"Evet"** ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( )Aküler (bataryalar) kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren ve depo eden kompleks elektrokimyasal aletlerdir.

2. ( )VRLA/AGM aküler ismini, üzerlerine monte edilmiş şarj ve deşarj sırasında gazların yüksek oranda tekrardan akü içerisinde birleşmesini sağlayan valf sisteminden almıştır.

3. ( ) Stasyoner (sabit tesis) tip aküler büyük bir akımla şarj ve deşarj olur.

4. ( )VRLA/AGM aküler sulu tip (su eklenebilen) akülerin gaz çıkısının %1'i kadar gaz çıkısına izin verir. Bu sayede akülerin muhafaza edildiği yerde havalandırma ihtiyacı en aza indirilir.

5. ( )VRLA/GEL akülerin yapısında elektrolit olarak sıvı asit yerine jel kıvamına getirilmiş asit yer almaktadır.

6. ( )VRLA/GEL akülerin VRLA/AGM akülerden en büyük avantajı sıcaklığın ömre olumsuz etkisinin daha az olmasıdır.

7. ( )Özellikle sıcak bölgelerde ve klimatik olmayan ortamlarda yer alan sistemlerde VRLA/AGM akünün kullanılması kaçınılmazdır.

8. ( )VRLA/GEL akülerin fotovoltaik sistemlerin doğası gereği maruz kaldığı kısmi şarj ve deşarjdan kaynaklanan plaka sülfatlaşmasına VRLA/AGM akülere göre daha yüksek dayanıklılığı vardır. Bu sayede çevrim ömrü VRLA AGM'den daha yüksektir.

9. ( )Jelli aküler yoğun elektrolitleri sayesinde akmadan her açıda kullanılabilir. Kendi kendilerine deşarj olma problemleri yoktur.

10. ( ) Aküler uzun süre depolanacaksa 16 ayda bir kere şarj edilmesi uygundur.

11. ( )Akünün zaman içerisinde boşalarak beslediği elektrik miktarına kapasite denir ve amper saat (A/h) olarak belirlenir.

12. ( )Akülerin ömürlerini uzun tutmak için kapasitesi %5'nin altında iken şarj edilmelidir.

13. ( )Güneş panel sistemlerinin kurulumunda şebeke elektriğinin olduğu yerlerde 2 gün, olmadığı yerlerde 3 günlük ihtiyacı depolayacak kadar akü kullanımı uygun olacaktır.

14. ( )Akü hücreleri, gerilimi (voltajı) veya kapasiteyi (akımı) artırmak için grup hâline dönüştürülür.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise modül değerlendirmeye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. …….. …….. akülerdeki şarj düzeyini kontrol eder ve herhangi bir aşım durumunda şarjı düzenleyerek bataryaların zarar görmesini engeller.

2. Üzerine sağ veya sol yiv (diş) açılmış silindir veya konik parçalara ……..….. denir.

3. Üzerine klemens, kontaktör, otomatik sigorta vb. gibi elektrik malzemelerini yerleştirdiğimiz elemanlara …… denir.

4. Panoda kullanılan kontaktör, sigorta, şarj regülatörü, invertör gibi elektrik elemanlarının kendileri arasında ve pano dışındaki birimlerle irtibatlanmasını sağlayan elemanlara …….. denir.

5. Fotovoltaik kablolar VDE 0295 / IEC60228 sınıf 5'e uygun …….. …… iletken tel içerir.

6. Güneş panellerinin bağlantıları yapılırken solar kablo ve ……kullanılmalıdır.

7. ……./……. akülerin yapısında elektrolit olarak sıvı asit yerine jel kıvamına getirilmiş asit yer almaktadır.

8. Özellikle …… bölgelerde ve klimatik olmayan ortamlarda yer alan sistemlerde VRLA/GEL akünün kullanılması kaçınılmazdır.

9. Akünün zaman içerisinde boşalarak beslediği elektrik miktarına …… denir.

10. Güneş panel sistemlerinin kurulumunda şebeke elektriğinin olmadığı yerlerde ……. günlük ihtiyacı depolayacak kadar akü kullanımı uygun olacaktır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuların faaliyetlerine geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış
6	Doğru
7	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Doğru
5	Doğru
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	Doğru
10	Yanlış
11	Doğru
12	Yanlış
13	Doğru
14	Doğru

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	**Şarj regülatörü**
2	**Vida**
3	**Ray**
4	**Klemens**
5	**Kalaylanmış bakır**
6	**Konnektörleri**
7	**VRLA / GEL**
8	**Sıcak**
9	**Kapasite**
10	**3**

KAYNAKÇA

- http://www.elektrikhaber.net (11.04.2012 / 11:55)
- http://www.elektrokampus.com (02.04.2012 / 10:15)
- http://www.solenenerji.com.tr (09.04.2012 / 17:45)
- http://www.mutlu.com.tr (16.04.2012 / 12:21)
- http://www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr (01.04.2012 / 13:13)
- http://www.tycoelectronics.com (29.03.2012 / 09:40)
- http://www.elektrikport.com (30.03.2012 / 15:17)
- http://www.solar-bazaar.com (04.04.2012 / 09:44)
- http://www.bae-baykal.com (07.04.2012 / 12:47)